

## **Новые конструкции трап-детекторов для высокоточных измерений**

***Литвиненко А. С., к.т.н., доц.***

*Харьковский национальный университет городского хозяйства,*

*ул. Революции, 12, Харьков-61002, Украина,*

*тел.: (+38 057) 707 3242, e-mail: [Lnazarenko@ksame.kharkov.ua](mailto:Lnazarenko@ksame.kharkov.ua)*

***Татьянко Д. Н.***

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины*

*61085, г. Харьков, ул. Академика Проскуры, 12,*

*тел.: (+38 057) 720 33 71, e-mail: [tatyanko@ukr.net](mailto:tatyanko@ukr.net)*

***Тимофеев Е. П., к.т.н.***

*Национальный научный центр “Институт метрологии”,*

*ул. Мироносецкая, 42, Харьков-61002, Украина,*

*тел.: (+38 057) 704 9750, e-mail: [timofeev@metrology.kharkov.ua](mailto:timofeev@metrology.kharkov.ua)*

При создании прецизионных измерителей мощности оптического излучения одним из важнейших вопросов является выбор типа детектора как основного элемента.

Идеальный прецизионный детектор должен иметь хорошую линейность, широкий динамический диапазон, высокую чувствительность, пространственно однородную чувствительность активной поверхности, высокое быстродействие, надежность, временную и температурную стабильность характеристик, неизменяемую или, по крайней мере, линейно изменяющуюся спектральную функцию.

Как известно, на сегодняшний день, разработаны специальные типы кремниевых фотодиодов, внутренняя квантовая эффективность которых близка к единице [1]. Используя их, ведущие метрологические институты мира, такие как PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Германия), NIST (the National Institute of Standards and Technology, США), реализуют системы измерения на базе трап-детекторов в качестве вторичных эталонов единицы уровня оптической мощности. Даже для этих специальных типов фотодиодов внутренняя квантовая эффективность является функцией характеристик материала фотоприемника, его конструкции, электрического режима, интенсивности облучения, температуры и доминирующих механизмов генерации темнового тока. Если эта функция стабилизирована, то ошибка абсолютного измерения световых потоков полностью определяется внешней квантовой эффективностью фотоприемника, то есть потерями света за счет виньетирования, отражения и рассеяния измеряемого потока излучения.

Доминирующим источником погрешности излучения энергетических характеристик колимированного оптического излучения является чувствительность трап-детектора к пространственному положению плоскости поляризации измеряемого светового потока. Из-за того, что углы падения измеряемого излучения на светочувствительные площадки фотодиодов трап-детектора близки, как правило, к  $45^0$ , то даже незначительные отклонения от идеальной ориента-

ции фотодиодов относительно измеряемого потока приводят к заметному изменению коэффициента поглощения трап-детектора.

Для уменьшения чувствительности к положению плоскости поляризации измеряемого оптического излучения, в современных трап-детекторах фотодиоды расположены так, что луч претерпевает (обычно) пять отражений от светочувствительных площадок фотодиодов. В результате, за счет взаимного расположения фотодиодов в различных наклонных плоскостях, условия отражения света от поверхности фотодиодов для разных поляризаций уравниваются. Однако полное уравнивание имеет место только в случае, если плоская волна распространяется точно по оптической оси трап-детектора и при идеальной взаимной ориентации светочувствительных площадок фотодиодов.

На практике фотодиоды в трап-детекторе располагаются не строго под заданными углами, при этом поток излучения распространяется не точно вдоль оптической оси детектора и имеет конечное расхождение. Поэтому поглощение трап-детектором излучения с разной поляризацией не одинаково.

В результате внешняя квантовая эффективность такой конфигурации трап-детектора не превышает 99,9 %, то есть  $\sim 0,1\%$  энергии измеряемого оптического излучения теряется, что уже не удовлетворяет современным требованиям к характеристикам эталонов.

В данной работе авторами предложены новые оригинальные конструкции трап-детекторов, позволяющие улучшить метрологические характеристики измерителей излучения, расширить диапазон их применения. Полученные результаты могут быть полезными при разработке высокоточных измерителей излучения, а также при реализации эталонов единиц уровня оптической мощности.

#### **Литература**

1. Cat. No KSPD1032E01 // HAMAMATSU PHOTONICS K.K., Mar. 2001 DN. — 2001